BEITRÄGE
ZUR ANATOMIE DER KRUSTENFLECHTEN.

INAUGURAL-DISSERTATION,

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTAT

DER

JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT

AM 28. APRIL 1903.

VON

EUGEN LANG

AUS EBERSBACH (WÜRTTEMBERG).

STUTTGART.

DRUCK VON A. BONZ' ERBEN.

1903.

Meiner lieben Tante

Frau Kommerzienrat Daimler in Cannstatt

in dankbarer Liebe gewidmet.

Einleitung.

Nach den klassischen Untersuchungen Schwendeners über den Flechtenthallus hätte man erwarten dürfen, dass auch der Anatomie der Krustenflechten ein grösseres Interesse zugewendet, dass jene vorbildlichen Untersuchungen auf diese so vielgestaltige und formenreiche Flechtenabteilung ausgedehnt werden würde. Bekanntlich ist dies bis heutigen Tages nicht der Fall gewesen.

Nur gering ist die Zahl derer, die sich dem Studium der Krustenflechten gewidmet haben. Die Untersuchungen von Steiner, Zukal, Bachmann, Fünfstück, Lindau, Reinke und in neuester Zeit Bitter, welche in dieser Beziehung fast allein nur in Betracht kommen, hatten noch dazu nicht ausschliesslich die Klarstellung des anatomischen Aufbaus der Krustenflechten zum Ziele. Jene Arbeiten gingen vielmehr von Fragestellungen aus, welche entweder ganz oder doch zu einem grossen Teil nicht auf anatomischem Gebiete lagen. Die Anatomie der Krustenflechten wurde dementsprechend immer nur soweit in das Bereich der Untersuchungen gezogen, als dies als Mittel zum Zweck erforderlich war.

Noch weniger wurden Untersuchungen über die Beziehungen zwischen äusseren Einflüssen und dem anatomischen Aufbau der Krustenflechten angestellt. Alles, was wir in dieser Beziehung wissen, verdanken wir den Arbeiten von Reinke, Bachmann, Fünfstück und Bitter, wenn wir von den gelegentlichen Ergebnissen untergeordneter Art anderer Autoren absehen. Aus den wenigen vorliegenden Forschungen in letzterer Beziehung lässt sich indes bereits erkennen, dass die Körperform der Flechten keineswegs lediglich nur aus dem Konsortium resultultiert, sondern dass vielmehr die morphologische Individualität in mehr oder minder weit gehender Weise durch äussere Faktoren beeinflusst wird.

Bachmann und Fünfstück zeigten beispielsweise, dass unter bestimmten Voraussetzungen Einflüsse auf den Chemismus des Flechtenthallus stattfinden, Bitter, dass die Ausbildung der Früchte bei ein und derselben Pyrenula-Art unter der Einwirkung verschiedener Substrate so abweichend ausfällt, dass die Lichenologen zur Unterscheidung verschiedener Formen geschritten sind.

Welchen Einfluss hat aber das Substrat auf die gesamte Ausbildung speziell des Thallus der Krustenflechten? Die Beantwortung dieser Frage war der Gegenstand nachstehender Untersuchungen, welche im botanischen Institut der Kgl. Technischen Hochschule zu Stuttgart ausgeführt wurden. Wie die Ergebnisse meiner Untersuchungen zeigen werden, ist die Antwort so ausgefallen, dass die Flechtensystematik viel mehr wie seither den Substratverhältnissen Beachtung schenken muss.

Schon im Voraus sei es ausgesprochen, dass sehr wahrscheinlich gar manche Spezies aus dem Heer der Kryoblasten sich als eine Substratform erweisen dürfte.

Das Untersuchungsmaterial wurde mir von Herrn Professor Dr. Fünfstück in Stuttgart in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich demselben auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Ich gehe nunmehr dazu über, zunächst die Ergebnisse meiner Untersuchungen mitzuteilen.

Spezieller Teil.

Sarcogyne simplex (Dav.).

Das Untersuchungsmaterial stammte von Dolomitquadern in der Westenvorstadt von Eichstätt (fränkischer Jura). Das Substrat erwies sich überaus reich an Karbonaten.

Sehr interessant sind die Wandlungen in den Anschauungen der Lichenologen über die systematische Stellung sowohl der Gattung Sarcogyne als auch speziell der uns zunächst beschäftigenden Art S. simplex (Dav.). Sie seien deshalb zunächst in kurzen Zügen charakterisiert.

Die Flechte wurde zuerst von Davies als Lichen simplex beschrieben, ja sogar abgebildet (Tr. L. 1794, t. 28, Fig. 2). Der Name der Flechte fand aber später bei v. Flotow[1] keinen Beifall, weil er „sowohl mit dem inneren als äusseren Bau und ihrer Vielförmigkeit im Widerspruch stehe und denn doch manche atypische Lecideen-Formen in sich begriffen habe möge.“ v. Flotow entscheidet sich für den späteren Achariusschen Namen Psora privigna (Meth. p. 49). Die von Wallroth unter Patellaria simplex gegebene Beschreibung (Kompendium I, p. 348) hält v. Flotow für „höchst treffend.“

v. Flotow war der erste, welcher die Flechte näher untersuchte an Exemplaren, welche auf Granit am Kynast gesammelt worden waren. Die Untersuchung beschränkte sich ausschliesslich auf den Fruchtbau. Auf Grund seiner Beobachtungen stellte v. Flotow das Genus Sarcogyne auf und nannte unsere Flechte S. corrugata[2], den jugendlichen Entwicklungszustand derselben

---

[1] v. Flotow, Botan. Ztg.. 1851, p. 772.

[2] Derselbe, Botan. Ztg. 1851, p. 754.

S. corrugata *α* vilis. Während v. Flotow den Fruchtbau ziemlich eingehend und richtig darstellt, lässt sich das Gleiche in Bezug auf den Thallus nicht behaupten. Der genannte Forscher bezeichnet die Gattung Sarcogyne als thalluslos. Er meint, der gesamte Thallus sei auf eine dürftige, vom Excipulum eingeschlossene Schicht reduziert, welche bei der jugendlichen Form *α* vilis reich an Gonidien sei: „Thallus (i. c. hypothecium inferum medullare album quandoque strato gonimico instructum) excipulo inclusus.“ „Man dürfte vergebens nach Exemplaren der Sarcogyne mit freiem Thallus suchen.“ Paradox erscheint ihm zwar der Aufbau: „Doch sollten die Flechten nicht auch ihre Paradoxien haben können, ihre Früchte mit eingeschlossenem Thallus, wie umgekehrt die Phanerogamen die Ficus mit in der Frucht eingeschlossenen Blüten?“ [1] Mit dieser Bemerkung setzt sich v. Flotow über den seltsamen Befund hinweg.

Auf Grund späterer Beobachtungen stellt v. Flotow die aufgegebene Gattung Psora wieder her und vereinigt mit ihr seine Gattung Sarcogyne: „Mir ist mit der Wiederherstellung von Psora ein Stein vom Herzen gefallen, denn ich kann nun auch meine Gattung Sarcogyne wieder einziehen, weil sie sich einigermassen, wenn auch etwas abweichend an Psora anreiht.“ [2] Unsere Flechte wird von ihm nunmehr bezeichnet als Psora (Sarcogyne) privigna Ach. *α* simplex (Dav.).

Die unsichere systematische Stellung der Flechte erhellt ohne Weiteres aus den zahlreichen synonymen Bezeichnungen, von welchen noch einige weitere angeführt seien: Lecidea simplex Hook. (Engl. Flor. Vol. v. P. I, p. 179); Opegrapha Persoonii β aporea, γ strepsodina (Ach. Univ. 247); Lecidea goniophila Flk.; Patellaria Clavus DC. (Fl. Franç. Edit. 3. Tom. II, p. 348).

Diese Unsicherheit würde gewiss nicht entstanden sein, wenn nicht allen Autoren, welche sich mit der fraglichen Flechte befassten, ohne Ausnahme das Vorhandensein des Thallus entgangen wäre. Auch Körber[3] sagt von unserer Flechte „thallus leprosus subnullus“ und hebt ausdrücklich hervor, dass sie niemals auf Kalk

---

[1] v. Flotow, Botan. Ztg. 1851, p. 758.

[2] Derselbe, l. c., p. 771.

[3] Körber, Systema lichenum, Breslau 1885, p. 266.

vorkomme. Noch in seinen Parerga[1] heisst es, dass ein Thallus nicht vorhanden sei und ebenso fand auch Winter[2] „keinen eigentlichen Thallus.“

Alle späteren Angaben in den lichenologischen Publikationen bis auf die Gegenwart fussen auf den im Vorstehenden mitgeteilten Tatsachen. So heisst es auch in der Beschreibung der Flechte bei P. Sydow[3]: „Kruste meist ganz fehlend, oder nur aus zerstreuten Körnchen bestehend.“

Das von mir untersuchte Material war auf Dolomit gewachsen, auf dem Gestein selbst war von einem Thallus nichts zu bemerken, dagegen sassen die Apothecien oft als dichte schwarze Haufen auf dem Substrat.

Nach dem vorsichtigen Lösen des Gesteins in Salzsäure stellte sich die überraschende Tatsache heraus, dass ein sehr stattlicher Thallus vorhanden war. Auf eine ziemlich dünne Rinde folgt eine 600—700 μ starke Gonidienschicht, die Gonidien selbst sind gelbgrün, 4—5 μ dick, rundlich, zu dichten Nestern vereinigt, umsponnen von wirr verschlungenen Hyphen, die niemals Öl enthielten.

Der Rindenschicht aufsitzend, fanden sich Knäuel brauner, rosenkranzartig ausgestalteter Hyphen, welche einem fremden Pilz angehören. Diese Hyphen ragen nur wenig in die Gonidienschicht hinein, indem sie vereinzelt Fortsätze nach unten treiben.

Der in das Substrat versenkte Teil des Thallus besteht aus teilweise zarten, unseptierten, dicht verschlungenen Hyphen, dadazwischen finden sich zu Bündeln vereinigte Hyphen, die Öl führen, und echte Sphäroidzellen. Letztere waren teilweise schon entleert und zeigten mehr oder minder braune Farbe. In einer Tiefe von 10 mm fand ich noch zahlreiche echte Sphäroidzellen (Fig. 1), die zu Bündeln an einander gereiht waren, daneben waren auch braune entleerte Ölzellen (Fig. 2) und zarte, unseptierte Hyphen vorhanden. (Fig. 3.) Ähnliche Verhältnisse waren in besonders günstigen Fällen selbst noch in einer Substrattiefe von 15 mm anzutreffen. (Fig. 4.)

---

[1] Körber, Parerga lichenologica, Breslau 1865, p. 236.

[2] Winter, Zur Anatomie einiger Krustenflechten, Flora 1875, p. 132.

[3] P. Sydow, Die Flechten Deutschlands, Berlin 1887, p. 222.

Um feststellen zu können, wie weit die Flechten in das Gestein eindringen, bediente ich mich einer scharfen und gut gehärteten

Fig. 1. **Sarcogyne simplex** (Dav.). Noch nicht entleerte Sphäroidzellen aus einer Substrattiefe von 10—15 mm. $^{585}/_{1}$.

Fig. 2. **Sarcogyne simplex** (Dav.). Entleerte Sphäroidzellen, 10 mm tief aus dem Gestein. $^{585}/_{1}$.

Zange, mit der ich in senkrechter Richtung dünne Stücke abspaltete und diese dann nach dem Abmessen mit dem Massstab wieder in Querstückchen zerschnitt, die ich in verdünnter Salzsäure löste.

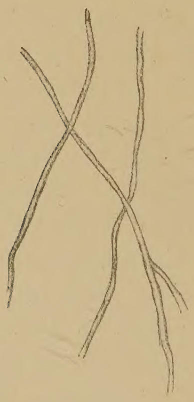

Fig. 3. **Sarcogyne simplex** (Dav.). Normale Hyphen aus 15 mm Tiefe. $^{240}/_{1}$.

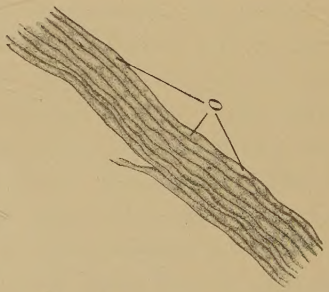

Fig. 4. **Sarcogyne simplex** (Dav.). Ölhyphenbündel aus 15 mm Tiefe. Das Substrat war kieselsäurehaltig und kalkarm. o = Öl. $^{585}/_{1}$.

Es ergibt sich aus den mitgeteilten Tatsachen, dass S. simplex (Dav.) nicht etwa nur einen dürftigen, sondern sogar einen sehr

stattlichen Thallus besitzt, welcher vollständig im Substrat (sehr reiner Dolomit) verborgen ist. Die Flechte ist somit als ausgesprochen endolithisch zu bezeichnen. Ferner ist die Tatsache bemerkenswert, dass die Gonidienregion relativ schwach entwickelt ist, beträgt sie doch nach den mitgeteilten Abmessungen nur den 30.—20. Teil der Gesamtmächtigkeit des Flechtenkörpers.

Bei einem auf silikatreichem Kalkstein gewachsenen Exemplar fehlten die Sphäroidzellen, es waren hier nur zu Bündeln vereinigte Ölhyphen mit spärlichem Ölgehalt vorhanden.

Diese Erscheinung, welche ich im Laufe meiner Untersuchungen noch öfter beobachtete, spricht sehr für die von Fünfstück[1] vertretene Auffassung, dass die Fettproduktion im Zusammenhang steht mit der durch die Abscheidungen der Flechtenhyphen aus den Kalksalzen in Freiheit gesetzten Kohlensäure, denn wie Fünfstück habe auch ich stets beobachtet, dass die Fettbildung um so reichlicher war, je grösser der Gehalt des Substrats an kohlensauren Salzen.

Es leuchtet ein, dass unter solchen Umständen ein richtiges Verständnis der Ausgestaltung des Flechtenkörpers nur dann gewonnen werden kann, wenn die petrographischen Verhältnisse des Substrats genügend bekannt sind. Für diese Forderung ist bereits Fünfstück mit Nachdruck eingetreten. Es genügt nicht, nur zu sagen, eine Flechte wachse „auf Kalk“, „auf Dolomit“, denn diese Gesteine sind in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr grossen Schwankungen unterworfen. Sie sind oft überaus reich an Thon und Silikaten, z. B. auf der schwäbischen Alb gerade in der dolomitischen Region. Sie sehen oft aus wie Dolomit, können bekanntlich sogar vom Geologen verkannt werden, obschon sie nichts anderes sind als weisse Hornsteine, der Rückstand der Verwitterung der kalkig-dolomitischen Sedimente des oberen Weissjura.

Die Apothecien sitzen, wie schon erwähnt auf dem Substrat, oft in dichten Massen. Ihr Aufbau wurde bereits von v. Flotow eingehend und zutreffend beschrieben.

Zwischen den keuligen, schmalen Schläuchen mit sehr zahl-

---

[1] M. Fünfstück, Die Fettabscheidung der Kalkflechten in „Beitr. zur wissenschaftl. Bot.“ 1895, I. p. 157 ff.

reichen bakterienähnlichen Sporen finden sich kräftig entwickelte, vielfach verzweigte braune Hyphen eines parasitischen Pilzes, desselben, den wir schon auf der Rindenschicht antrafen. Völlig entwickelte Apothecien sind in der Regel nach den verschiedensten Richtungen hin von den in Rede stehenden Parasiten durchwuchert und werden dadurch erheblich geschädigt. Dieser Pilz scheint sehr verbreitet zu sein, denn es gelang mir trotz Durchmusterung reichen Materials von verschiedenen Standorten (Württemberg, fränkischer Jura, Tirol) nicht, parasitenfreie Individuen aufzufinden. Eine nähere Bestimmung war nicht möglich, weil ich niemals Früchte auffinden konnte.

Wie wir oben gesehen haben, entwickelt sich der fragliche Pilz auf dem Thallus relativ dürftig; sein Mycel dringt in Form einzelner kurzer Zweige nur bis in die obere Region der Gonidienschicht des Wirtes ein. In den Sarcogyne-Apothecien dagegen findet das Umgekehrte statt: hier ist die vegative Entwicklung ungemein üppig, ohne Zweifel infolge besonders günstiger Ernährungsbedingungen. Letztere sind wahrscheinlich die Ursache, dass es nicht zur Fruchtbildung kommt.

Die besseren Ernährungsbedingungen in den Apothecien können nur auf dem besonderen Chemismus der letzteren beruhen, durch welchen spezifische, der Entwicklung zuträgliche Stoffe produziert werden. Die fragliche Erscheinung steht nicht ohne Analogie da, sind ja doch schon eine grosse Zahl Flechtenparasiten bekannt geworden, deren gesamte Entwicklung sich nur in den Früchten der Wirtspflanze zu vollziehen vermag.

An späterer Stelle soll eine Erscheinung behandelt werden, welche einen weiteren Beleg für diesen interessanten Parasitismus liefert.

Sarcogyne pruinosa (Smrft.) Kbr.

Ich untersuchte zunächst Pflanzen, welche sich auf sehr reinem, an Karbonaten reichem Kalkstein von Eichstätt (fränk. Jura) angesiedelt hatten.

Auch von dieser Flechte sagt Körper[1]: „Thallus lebrosus

---

[1] Körber, Systema Lichenum, Breslau 1885, p. 267.

albidus subnullus." Ebenso heisst es noch später in seinen Parerga[1] „Das charakteristische dieser Spezies beruht in dem fehlenden Thallus." In den Beschreibungen der Lichenologen bis auf die jüngste Zeit wird der Thallus ohne Ausnahme als „zart", „undeutlich", jedenfalls als dürftig bezeichnet.

Die Flechte bildete auf dem Gestein einen bräunlichen dünnen Überzug, die Apothecien sitzen in dichten Häufchen beisammen und haben braunschwarze Farbe. Nach der Entkalkung hinterblieb auch bei dieser Art ein stattlicher, bräunlich-grüner Thallus mit gelbbraunem Überzug. Die Rindenzone des Thallus besitzt eine Mächtigkeit von etwa 20—25 μ und besteht aus sehr feinen, senkrecht wachsenden Hyphen. Die ganze Rindenschicht ist stark zerklüftet, in ihr eingebettet finden sich zahlreiche, braune Hyphenmassen, die wie bei Sarcogyne simplex aus rosenkranzartig aneinander gereihten braunen Hyphenzellen bestehen und auch hier einem fremden Pilz wie dort angehören, der offenbar derselbe ist.

Bachmann[2], welcher die vorliegende Flechte ebenfalls untersuchte, spricht von Hyphenknäulen der Rindenzone, die braun gefärbt sind und meint damit ohne Zweifel die angeführten Hyphen, die er wohl irrtümlich für eine normale Bildung gehalten hat.

Die Gonidienschicht ist etwa 175—200 μ stark, die Gonidien sind hellgrün und haben 3—4 μ im Durchmesser. Sie sind zu Schnüren aneinander gereiht, welche in verschiedenen Windungen, oft nebeneinander, oft verschmelzend verlaufen, die sie umspinnen. Die Hyphen bilden ein dichtes, zartes Geflecht, sind ziemlich lang, dünn und auf weite Strecken unseptiert.

Ölhyphen und Sphäroidzellen finden sich in dieser Hyphenschicht nirgends, jedoch zeigen sich schon dicht unter der Gonidienschicht in dem aus zarten, engverflochtenen Hyphen bestehenden Rhizoidteil des Thallus dickere, ölführende Hyphen, die aber noch nicht völlig mit Fett erfüllt sind, so dass man im Innern der Hyphen zahlreiche, das Licht stärker brechende Öltröpfchen erkennen kann. (Fig. 5.) Etwas tiefer finden sich ganze Komplexe von Sphäroidzellen und einzelne kugelig aufgeblasene Hyphen mit Öl (Fig. 6 und 7).

---

[1] Körber, Parerga Lichenologica, Breslau 1865, p. 236.

[2] E. Bachmann, Thallus der Kalkflechten; wissenschaftliche Beilage zum Programm der städtischen Realschule zu Plauen i. Vogtland, 1892.

Hier befinde ich mich im Widerspruch mit Bachmann[1] der angibt, dass bei Sarcogyne pruinosa Sphäroidzellen vollständig fehlen. Selbst noch in einer Tiefe von 15 mm fand ich neben zarten, langge-

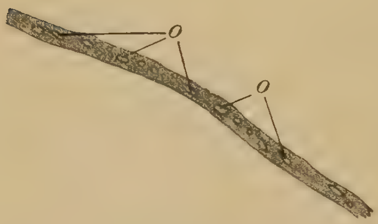

Fig. 5. **Sarcogyne pruinosa** (Smrft.) Kbr. Eine Ölhyphe aus 10 mm Tiefe. o = Öl. $^{585}/_{1}$.

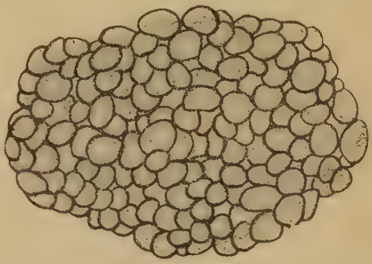

Fig. 6. **Sarcogyne pruinosa** (Smrft.) Kbr. Sphäroidzellkomplex aus 10 mm Tiefe. $^{585}/_{1}$.

streckten und dicht verflochtenen Hyphen, dickere, ölführende oft zu Bündeln vereinigte Hyphen und kugelige Komplexe von Sphäroidzellen. Die Mächtigkeit des Thallus übertrifft somit um rund das 70fache diejenige der Gonidienschicht.

Fig. 7. **Sarcogyne pruinosa** (Smrft.) Kbr. Sphäroidzellen aus dem inneren Teil des Thallus. $^{585}/_{1}$.

Die abweichenden Angaben Bachmanns bezüglich des Vorkommens von Sphäroidzellen würden sich nach meinem Dafürhalten leicht als nur scheinbare erweisen lassen, wenn der genannte Autor genauere Mitteilungen über die Beschaffenheit des Substrats seines Untersuchungsmaterials gemacht hätte. Bachmann hat offenbar Individuen untersucht, welche auf einer an Silicaten reichen und Karbonaten armen Unterlage gewachsen waren. Ich habe im Verlauf meiner Untersuchungen stets beobachtet, dass das Substrat von grossem Einfluss auf die Entwicklung des ganzen Thallus ist. So fand ich auch nicht bestätigt, dass „der Abstand der Gonidienzone oder was dasselbe ist, die Dicke der

[1] Bachmann, l. c., p. 7.

Rindenzone bei ein und derselben Spezies recht beständig ist", wie Bachmann[1] angibt. Dies ist durchaus nicht der Fall, ich habe vielmehr gefunden, dass die Mächtigkeit der Rindenzone je nach dem grösseren oder geringeren Gehalt des Substrats an Karbonaten sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Es ist in Fällen, wie den vorliegenden, unerlässlich, den petrographischen Charakter

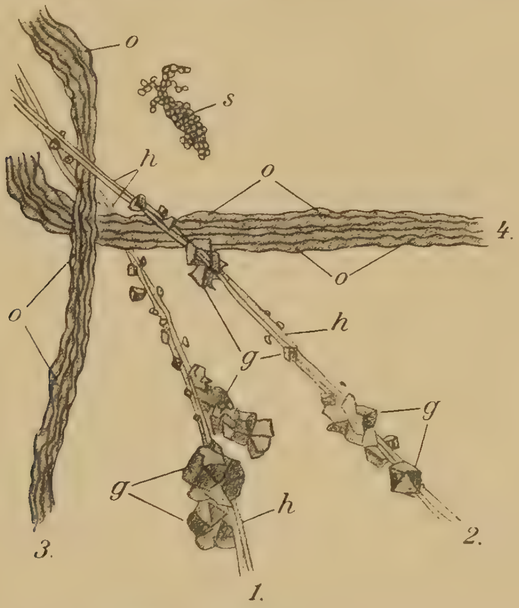

Fig. 8. **Sarcogyne pruinosa** (Smrft.) Kbr.
1 und 2 Hyphen ohne Öl, mit Substratstückchen, die nach der Behandlung mit Salzsäure zurückblieben. h = Hyphen, g = karbonatfreie Substratpartikelchen, 3 und 4 ölhaltende Hyphenbündel, die in Kalk gebettet waren, der nach der Behandlung mit Salzsäure völlig verschwunden ist. o = Öl, s = ein Komplex von Sphäroidzellen. $^{240}/_{1}$.

des Substrats hinreichend genau anzugeben, was Bachmann unterlassen hat. Dass dies in der Tat notwendig ist, namentlich in Beziehung auf das Vorkommen von Ölzellen, fand ich durch eine weitere Beobachtung in überzeugender Weise bestätigt.

Es stand mir Untersuchungsmaterial zur Verfügung, das auf

[1] Bachmann, l. c., p. 5.

silikatreichem Kalk gewachsen war. Bei der Untersuchung des Rhizinenteils bot sich nun ein Bild, wie ich es in Fig. 8 gezeichnet habe. Einige Hyphenstränge, die das Kieselsäure haltende Gestein durchwachsen hatten, sahen aus wie mit Zuckerstückchen kandiert, da an ihnen noch feine Kiestlsäurepartikelchen hingen. In diesen Hyphen fand sich keine Spur von Öl, dagegen lagen dicht daneben dicke Hyphenbündel, völlig vom Gestein befreit, die, wie Dünnschliffe lehrten, ganz in Kalk gebettet gewesen waren, voll von Öl; hier fanden sich auch Sphäroidzellen. Dieses interessante Ergebnis ist zugleich ein weiterer Beleg für die Richtigkeit der von Fünfstück[1] vertretenen Anschauung über die Fettbildung der Kalkflechten. Denn wie Fünfstück so habe auch ich stets gefunden, dass die Fettbildung um so reichlicher ist, je reicher das Substrat an Karbonaten ist.

Wäre, wie Zukal[2] meint, das Fett ein von den Gonidien erzeugter Reservestoff, so wäre wohl anzunehmen, dass dieser Reservestoff zum Zwecke der von Zukal behaupteten Speicherung in der unteren Thallusregion gleichmässig durch die Hyphen transportiert würde und dass nicht von Hyphenstücken, die wie hier so nahe bei einander liegen, die einen gar kein Fett, die andern sehr viel enthalten.

Fünfstück hat in seiner angeführten Arbeit die beiden von mir untersuchten Sarcogyne-Arten nicht aufgeführt, wohl deshalb, weil er sich auf Körbers und anderer Angaben, dass diese Arten einen sehr dürftigen Thallus besitzen, verlassen hat.

Der in den Apothecien von Sarcogyne simplex vorkommende Pilz findet sich in den Früchten von S. pruinosa nicht, obschon er in der Nähe der Apothecien auftritt. Aus diesem Umstand lässt sich der Schluss ziehen, dass der Chemismus der Früchte der beiden Sarcogyne-Arten erheblich von einander abweicht.

Kurz rekapituliert ergibt sich aus den mitgeteilten Beobachtungen, dass sowohl Sarcogyne simplex als auch Sarcogyne pruinosa

---

[1] M. Fünfstück, Die Fettabscheidung der Kalkflechten in „Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik“, Band I. 1.

[2] Zukal, Über das Vorkommen von Reservestoffbehältern bei Kalkflechten. Botan. Zeitg. 1886. Sp. 769.

unter bestimmten Voraussetzungen einen stattlichen Thallus entwickeln, dass beide Flechtenarten in Bezug auf die Ausgestaltung desselben in empfindlicher Weise auf den Charakter des Substrats reagieren. Je tiefer der Thallus sich in die Unterlage einsenkt, desto geringer ist die relative Mächtigkeit der Gonidienzone.

Sarcogyne latericola Steiner.

Um einen Vergleich mit den beiden bisher besprochenen Sarcogyne-Arten ziehen zu können, untersuchte ich die genannte Flechte, welche jüngst von Steiner auf Dachziegeln einer Mauer bei Klagenfurt gefunden und als eine neue Spezies beschrieben wurde. Da die Unterlage aus einem von Karbonaten freiem Silikat bestand, so dürfte von der Untersuchung gerade dieses Materials wertvoller Aufschluss über die Abhängigkeit der Entwicklung vom Charakter des Substrats erwartet werden.

Die Flechte bildet auf ihrer Unterlage eine bräunliche, dünne Kruste, welcher die Apothecien dicht gedrängt als grosse schwärzliche Näpfchen aufsitzen.

Zur weiteren Untersuchung löste ich mit einem scharfen Messer vorsichtig Stücke des Thallus vom Gestein los. Solche Stücke wurden sorgfältig vom anhaftenden Gestein befreit und dann Querschnitte hergestellt.

Die Rindenschicht hat eine Dicke von 25—30 μ. Auch hier fanden sich der Rinde aufsitzend und nur wenig in sie eindringend braune, rosenkranzartig aneinander gereihte Hyphen, die einem fremden Pilz angehören.

Die Gonidienschicht besitzt eine Mächtigkeit von ca. 80 μ. Die Gonidien sind gelbgrün, länglich, ca. 3 μ breit, 7 μ lang, zu Nestern vergesellschaftet. Zwischen den einzelnen Nestern findet sich Hyphengewebe von ziemlich erheblicher Ausdehnung.

Die Basalschicht des Thallus von relativ sehr geringer Mächtigkeit besteht aus sehr spärlich septierten, dicht verschlungenen und verquollenen Hyphen. Die Flechte dringt nicht in das Gestein ein, was ich dadurch feststellte, dass ich nach Entfernung der Flechte vom Gestein von letzterem Stückchen loslöste

und zerrieb, bis das Material der mikroskopischen Abmusterung zugängig war.

Es zeigten sich nirgends auch nur Spuren von Hyphen. In den Apothecien, deren Form und Aufbau ganz mit Sarcogyne simplex übereinstimmt, fanden sich auch hier zwischen den schmalen Schläuchen Hyphen eines fremden Pilzes, welcher höchst wahrscheinlich mit dem in den Apothecien von Sarcogyne simplex beobachteten identisch ist.

Trotz sorgfältigster Durchmusterung des gesamten Thallus konnte ich niemals Fettabscheidungen beobachten, welche über das Mass derjenigen typischer Silikatlichenen hinausgegangen wären, niemals waren auch nur Andeutungen von Ölhyphen oder Sphäroidzellen vorhanden. Wir finden also auch hier die Beobachtung bestätigt, dass auf von Karbonaten freiem Substrat die Fettproduktion unterbleibt.

Aber auch noch in einer anderen Beziehung besitzt der anatomische Aufbau der in Rede stehenden Flechte ganz besonderes Interesse. Bei den auf Kalk bezw. Dolomit vegetierenden Sarcogyne-Arten macht die Mächtigkeit der Gonidienschicht nur einen minimalen Bruchteil der Gesamtdicke des Flechtenkörpers aus (bei S. pruinosa nur rund $^1/_{70}$). Je mehr die Individuen endolithischen Charakter annehmen, desto mehr tritt relativ die Gonidienzone zurück.

Bei S. latericola ist es gerade umgekehrt: bei dieser extrem epilithischen Form beträgt die Gonidienschicht fast die Hälfte des übrigen Thallus. Es ist naturgemäss das Nächstliegende, diese Verschiedenheiten im Aufbau des Thallus mit der Beschaffenheit des Substrats in Zusammenhang zu bringen, dieselbe also nicht lediglich als eine Funktion des Konsortiums anzusehen. Ja es ist sogar in Hinblick auf die Übereinstimmung des Aufbaus der Apothecien von S. simplex und S. latericola die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass letztere Art nichts anderes ist, als eine Substratform der S. simplex, welche Vermutung bereits Fünfstück[1] ausgesprochen hat. S. simplex vermag auf den verschiedenen Substraten wohl die Früchte in gleicher Weise zu

[1] M. Fünfstück, Der gegenwärtige Stand der Flechtenforschung nebst Ausblicken auf deren voraussichtliche Weiterentwicklung. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1902. Bd. XX. Generalversammlungs-Heft I (p. 74).

entwickeln, nicht aber den Thallus, letzterer fällt eben auf der Silikatunterlage überaus dürftig aus mit relativ starker Förderung der Gonidienregion. Eine sichere Entscheidung darüber kann nur durch die Kultur der S. latericola Steiner auf einem an Karbonaten reichen Substrat herbeigeführt werden. Im Hinblick darauf, sowie auf die Feststellungen Bitters[1] an Pyrenula nitida bezw. Pyrenula nitida f. nitidella kann es kaum noch zweifelhaft sein, dass viele von den Lichenologen zur Zeit als gute Arten und Abarten angesehene Flechten nichts anderes als Substratformen sind. Es ist ferner Reinke[2] durchaus beizupflichten, wenn er die Meinung äussert, dass auf dem Wege der Kultur „wenn er gangbar sein sollte, wichtige Fragen über die Entstehung der Pflanzengestalten ihre experimentelle Lösung finden könnten.“

Sporodictyon theleodes Smft. f. crusta obsoleta Th. Fr.

Das Substrat, auf welchem das Untersuchungsmaterial gewachsen war, bestand aus sandigem Dolomit vom Wendtal bei Heidenheim (Württemberg) und zeichnete sich durch homogene Zusammensetzung aus. Die kohlensauren Salze traten infolge des Vorhandenseins der reichlichen Silikatbeimengung zurück, waren aber noch in vorwiegender Menge und namentlich in gleichmässiger Verteilung vorhanden.

Nach den bisher gewonnenen Untersuchungsergebnissen steht zu erwarten, dass die Flechte ebenfalls tief in die Unterlage eindringt, eine verhältnismässig schwache gonimische Schicht besitzt und vielleicht ein weniger ergiebiger Fettproduzent ist, eben weil das Substrat nur zum Teil aus Karbonaten besteht.

Die Pflanzen bilden einen weisslichbraunen Überzug auf dem Gestein, die Perithecien sitzen als schwarze Häufchen auf dem Thallus. Der nach dem Lösen des Gesteins hinterbleibende Thallus ist stattlich, oberseits gelbgrau, unterseits braun und hier noch ziemlich dick. Auf eine ganz minimale Rinde folgt eine im Maximum

---

[1] Bitter, Georg, Über das Verhalten der Krustenflechten beim Zusammentreffen ihrer Ränder; Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXIII, p. 59.

[2] Reinke, J., Abhandlungen über Flechten; Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVIII, p. 74.

etwa 200 μ starke Gonidienschicht, die Gonidien sind gelbgrün, bilden dicht an einander schliessende Gruppen, so dass die ganze Gonidienschicht ziemlich lückenlos erscheint.

Der basale Teil des Thallus bildet ein wirres Geflecht brauner hin- und hergebogener Hyphen mit dazwischen verlaufenden Ölhyphenbündeln. Noch in einer Tiefe von 6 mm fanden sich die gleichen Verhältnisse unverändert.

Leider war das mir vorliegende Material nur in bis höchstens 6 mm dicken Stücken eingesammelt worden, infolge dessen konnte ich nicht feststellen, ob sich in grösserer Tiefe noch Hyphen und namentlich Sphäroidzellen gefunden hätten. Allein aus dem bisher Mitgeteilten ergibt sich bereits, dass die Flechte in der Tat bis zu erheblicher Tiefe in das Gestein eindringt und nur eine relativ dünne Gonidienschicht entwickelt. Die Fettabscheidung ist als wenig beträchtlich zu bezeichnen, andernfalls hätten sich in einer Substrattiefe von 6 mm neben viel zahlreicheren typischen Fetthyphen Sphäroidzellen finden müssen.

Ausser den Wendtalflechten lag mir noch die Stammform vom Paneveggio in Südtirol vor. Dieselbe war auf reinem Sandstein gewachsen und bildete einen weisslichen Überzug auf demselben. Bei dieser Silikatflechte folgte auf eine braune Rindenschicht eine etwa 250—300 μ starke Gonidienschicht. Die Hyphen waren gar nicht ins Gestein eingedrungen. Nur etwa 1 mm tief fanden sich noch vereinzelte, wenig verzweigte und sehr spärlich septierte Hyphen. Ölhyphen oder Sphäroidzellen waren nirgends vorhanden.

Der vorstehend mitgeteilte Befund steht somit in völligem Einklang mit unseren bisherigen Beobachtungen: je tiefer das Hyphensystem in das karbonatreiche Substrat eindringt, je reicher es sich hier entwickelt, desto mehr verschiebt sich in quantitativer Beziehung das Verhältnis zu Ungunsten der Gonidien. Es findet nur Fettabscheidung statt, wenn durch Lösen des Substrats von seiten der Hyphen in hinreichender Menge Kohlensäure frei wird.

Eine weitere Bestätigung der soeben ausgesprochenen Sätze gewann ich durch die Untersuchung einer dritten Sporodictyon-Form vom Paneveggio in Südtirol, welche sich auf Dolomit angesiedelt

hatte. Es war Sporodictyon clandestinum Arn., welches makroskopisch keinerlei Andeutung eines Thallus zeigte, sondern nur schwarze Flecke — scheinbar ohne Zusammenhang — erkennen liess. Das Substrat erwies sich zwar auch nicht frei von Silikaten, aber viel reicher an Karbonaten, als dies bei meinem Untersuchungsmaterial von dem sandigen Dolomit aus dem Wendtal der Fall war.

Beim Lösen des Gesteins hinterblieb ein dünner, stark zerklüfteter Thallus. Da wo sich die schwarzen Flecke befanden, zeigten sich dunkelbraune, braun umränderte Punkte. Der Thallus selbst erschien grünlich gelb, überzogen von einem schwärzlichen Schleier, der sich sehr leicht von dem übrigen Thallus loslösen liess. Dieser schwärzliche Schleier bestand aus dunkelbraunen, dickwandigen Hyphen, daneben fanden sich aber auch heller gefärbte Hyphen aus runden, rosenkranzartig aneinander gereihten Zellen bestehend. Bachmann,[1] welcher die Flechte ebenfalls untersucht hat, bezeichnet diese Hyphen, an Zukal sich anschliessend, als „Deckhyphen“ und sagt von ihnen: „von diesen Deckhyphen aus dringen gleich gefärbte Einzelhyphen in den Kalk bis zu der sehr tief liegenden Gonidienzone, vereinigen sich aber nie zu Knäueln.“

Nach meinen Beobachtungen gehören aber die den schwärzlichen Schleier bildenden Hyphen gar nicht zur Flechte, sondern es sind die Hyphen eines auf der Flechte wuchernden fremden Pilzes. Dafür spricht schon, abgesehen von anderen Argumenten, dass sich der schwärzliche Schleier so leicht ablösen lässt. Zopf[2] hat solche, auf der Oberfläche des überfallenen Flechtenthallus sich hinziehende Hyphenfäden ebenfalls beobachtet, auch beobachtete er die häufige Umbildung solcher Pilzfäden mit langgestreckten Zellen in rosenkranzartig aneinander gereihte rundliche Zellchen, sogenannte Gemmenbildung. Ich habe die in Rede stehende Zopfsche Beobachtung in zahlreichen Fällen bestätigt gefunden. Derartige Mycelien parasitischer, vielleicht richtiger saprophytischer Pilze treten speziell auf Krustenflechten ungemein häufig auf, wie ich ja bereits

---

[1] Bachmann, l. c. p. 8.

[2] W. Zopf, Untersuchung über die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Flechten. Nova acta, Abhandl. der kaiserl. Leop. Carol. Deutsch. Akad. der Naturforscher. Band LXX. Nr. 2, p. 108 und 109.

in einigen Fällen gezeigt habe. Wir werden im Verlauf der Untersuchung noch weitere kennen lernen.

Die Rinde unserer Flechte besass bei dem von mir untersuchten Material eine Dicke von 60—140 μ, während Bachmann[1] bis 200 μ angibt. In Übereinstimmung mit Bachmann[2] fand ich eine etwa 200 μ starke Gonidienschicht, die Gonidien selbst gelbgrün, ziemlich gross, in gekrümmte, kurze Reihen angeordnet, dazwischen grosse Lücken, die vom Substrat ausgefüllt waren. Der basale Teil des Thallus bildet ein engmaschiges Netz dicht verschlungener Hyphen und starker Bündel von Ölhyphen. In einer Tiefe von 9 mm fand ich ein wirres Netz von Hyphen mit kleinen Öltröpfchen und spärliche Komplexe von kugeligen Sphäroidzellen. Hier befinde ich mich im Widerspruch mit Bachmann,[3] der bei Sporodictyon clandestinum den gänzlichen Mangel von Sphäroidzellen betont. Trotzdem nehme ich keinen Anstand, die Beobachtungen dieses Autors für zutreffend zu halten. Er dürfte Pflanzen untersucht haben, die auf einer karbonatarmen Unterlage gewachsen waren, welcher Umstand das Fehlen von Sphäroidzellen erklären würde.

Der Aufbau von Sporodictyon clandestinum Arn. stimmt somit auf das Genaueste mit unseren bisherigen Untersuchungsergebnissen überein. Dem grösseren Gehalt des Substrats an Karbonaten entspricht auch hier eine vermehrte Ölabsonderung. Mit der stärkeren endolithischen Entwicklung des Hyphensystems hält diejenige der Gonidienzone nicht gleichen Schritt, letztere ist sogar nicht nur relativ, sondern absolut schwächer entwickelt als bei S. theleodes Smft., welche auf Sandstein kaum einen Millimeter tief in das Substrat einzudringen vermochte.

Die drei untersuchten Sporodictyon-Formen lassen deutlich die Abneigung erkennen, sich auf einem reinen Karbonat anzusiedeln, wir trafen sie immer nur auf einer mehr oder minder silikathaltigen Unterlage an. Dementsprechend kommt es bei ihnen auch zu keiner ergiebigen Fettabscheidung. Dem chemischen Charakter des Substrats entsprechend, finden wir bei den vorliegenden

---

[1] Bachmann, l. c. p. 5.
[2] Derselbe, l. c. p. 5.
[3] Derselbe, l. c. p. 7.

Sporodictyon-Formen alle Übergänge zwischen typisch endolithischer und epilithischer Entwicklung mit dünner bezw. dicker Gonidienschicht. Die Beschaffenheit des Substrats ist von so wesentlichem und konstantem Einfluss auf den Entwicklungsgang dieser Flechten, dass aus ihrem anatomischen Aufbau mit Sicherheit auf die Zusammensetzung der Unterlage geschlossen werden kann.

Jonaspis heteromorpha Kplh.

Die Flechte bildete auf sandhaltigem Kalkstein von Südtirol einen bräunlichen Überzug. Nach dem Lösen des Gesteins hinterbleibt ein ziemlich stattlicher, filziger Thallus von graubrauner Farbe.

Querschnitte durch den Thallus zeigten ein lockeres, zerklüftetes Gewebe, das allenthalben vom Gestein durchsetzt war.

Die Rinde erreicht eine Stärke von 20—30 μ, manchmal auch bis 60 μ. Derselben sitzen braune rundliche Hyphen auf, die teils zu Knäueln vereinigt, rosenkranzartig aneinander gereiht sind, teils auch langgestreckte Form zeigen. Ich konnte feststellen, dass diese Hyphen Fortsätze treiben, die bis in die Gonidienzone hinabreichen. Es handelt sich hier wiederum um einen fremden Pilz, welcher insofern bemerkenswert ist, als er sich allem Anschein nach in Bezug auf seine Ernährung nicht mit den Zersetzungsprodukten organischer Substanzen auf der Thallusoberfläche begnügt, sondern die Assimilate der Gonidien in Anspruch nimmt, ein Fall, welcher nach meinen Erfahrungen selten ist.

Die Gonidienschicht ist sehr wechselnd, im Mittel fand ich sie etwa 60 μ stark.

In geringer Entfernung unterhalb der Gonidienschicht fand ich auffallend dicke Ölhyphen, daneben schwächere Hyphen mit kleinen Öltröpfchen, alle wirr durcheinander laufend. Dasselbe Bild zeigte sich auch in einer Tiefe von 4 mm. Selbst noch 7 mm tief fand ich starke ölstrotzende Hyphen (Fig. 9) neben schwächeren mit zahlreichen winzigen Öltröpfchen. Vielfach waren die Hyphen durch die noch anhaftenden Silikatstückchen wie mit Zucker kandiert. Auffallend war das gänzliche Fehlen von Sphäroidzellen, das Öl kommt lediglich in typischen Ölhyphen von sehr beträcht-

lichen Dimensionen zur Ablagerung, welche dafür in umso grösserer Zahl und sogar schon in der Nähe der Gonidien auftreten.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass auch bei der in Rede stehenden Flechte von ausgeprägt endolithischer Lebensweise der Aufbau unseren bisherigen Ermittelungen entspricht, insbesondere in Rücksicht auf die überaus dürftige Entwicklung der Gonidienschicht.

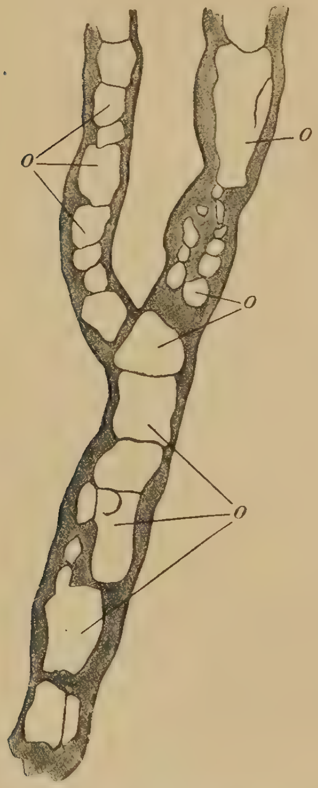

Fig. 9. **Jonaspis heteromorpha** Kplh.
Ölführende Hyphe aus etwa 7 mm Tiefe. o = Öl. $^{585}/_{1}$.

Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn.

Das Untersuchungsmaterial stammte von Anhausen (Württemberg) und war auf an Ton und Silikaten ziemlich reichen Kalksteinen gewachsen.

Die Flechte, welche bereits von Bachmann und von Fünfstück untersucht wurde, bildete auf dem von ihr besiedelten Gestein eine bräunliche schmutzige Kruste mit schwarzen vertieften Punkten, den Perithecien.

Nach dem Lösen des Gesteins hinterblieb ein stattlicher filziger Thallus, der mit einem weisslich-grauen Schleier mit schwarzen Punkten überzogen war.

Übereinstimmend mit Bachmann[1] fand ich die Dicke des Gesamtthallus etwa 10 mm.

Die Gonidienzone beginnt fast am äussersten Thallusrand, eine Rinde war kaum nachzuweisen, während Bachmann[2] sie als mindestens 180 μ stark angibt. Ferner beträgt nach Bachmann[3] die Stärke der Gonidienschicht 300 μ, wogegen ich bei den von mir untersuchten Exemplaren

[1] Bachmann, Der Thallus der Kalkflechten; Plauen 1892.
[2] Derselbe, l. c. p. 5.
[3] Derselbe, l. c. p. 5.

als Maximum 150 μ fand. Für die Erklärung dieses abweichenden Befundes glaube ich mich darauf beschränken zu dürfen, auf meine Bemerkungen über die analogen Beziehungen bei Sporodictyon clandestinum zu verweisen. (p. 22.)

Die Gonidien sind ziemlich gross, rundlich, gelbgrün, zu dicken, gekrümmten und wellenförmigen Schnüren an einander gereiht, von Hyphen dicht umsponnen. Bachmann[1] beschreibt diese Hyphen als ölhaltig, wovon ich jedoch nichts bemerken konnte, sondern ich fand in Übereinstimmung mit Fünfstück[2], dass die Hyphen der Gonidienzone stets frei von Fett waren. — Zwischen den Hyphen der Gonidienzone fanden sich überall Knäuel brauner Hyphen aus teils rosenkranzartig aneinander gereihten, teils langgestreckten Zellen, welche zweifellos einem fremden Pilz angehören. Ich konnte indes in keinem einzigen Falle feststellen, dass dieser Pilz mit den Gonidien in Kontakt getreten wäre, wie wir es bei Jonaspis heteromorpha Kplh. kennen gelernt haben.

Der weisslichgraue Schleier, der den Thallus überzieht, besteht auch hier aus einem fremden Mycel, aus teils kugeligen, teils langgestreckten Zellen mit braun gefärbten Membranen, die kugeligen meist in dichten Knäulen in der Rinde und auf ihr sitzend. Von hier aus verlaufen langgliedrige Abzweigungen hinab in die Gonidienregion, wo sie sich zu den oben beschriebenen Knäulen formieren. Die üppigste Entwicklung dieser braunen Hyphen traf ich stets in der Umgebung des kohligen Gehäuses der Perithecien an. Hier findet also der Pilz die günstigsten Entwicklungsbedingungen, die in erster Linie wohl darin bestehen dürften, dass bei der Entwicklung der Flechtenfrucht zugleich Stoffe gebildet werden, welche dem fremden Mycel als Nahrung besonders zusagen.

Bachmann[3] beobachtete diese braunen Hyphen ebenfalls, nach seiner Darstellung gehören dieselben aber zur Flechte. Dies ist sicher nicht der Fall, denn ich konnte ihre Entwicklung und namentlich Einwanderung in den Flechtenthallus Schritt für Schritt verfolgen.

Der rhizoidale Teil des Thallus besteht aus auf weite Strecken

---

[1] Bachmann, l. c. p. 17.

[2] Fünfstück, Fettabscheidung der Kalkflechten, p. 201.

[3] Bachmann, l. c. p. 16, 17, 18.

unseptierten Hyphen, zwischen welchen dickere mit Öl erfüllte auftraten. Die ersten Sphäroidzellen fanden sich in einer Tiefe von etwa 5—6 mm, jedoch nur sehr spärlich, was auch bereits Fünfstück[1] beobachtet hat, während Bachmann[2] „den vollständigen Mangel an kugelförmig erweiterten Zellen" hervorhebt. Bachmann mögen die, allerdings sehr spärlich vorkommenden kugeligen Sphäroidzellen bei seinen Dünnschliffen entgangen sein, während sie sich an dem entkalkten Thallus leicht erkennen lassen.

Bevor ich dazu übergehe, die in Bezug auf Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn. mitgeteilten Beobachtungen in Rücksicht auf die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu erörtern, seien noch kurz zwei andere Amphoridium-Formen betrachtet, welche beide auf tonig-sandigem Kalkstein in Südtirol gewachsen waren. Das Substrat derselben erwies sich noch ein wenig ärmer an Karbonaten als dasjenige des Untersuchungsmaterials von Anhausen, dafür aber war der tonig-sandige Anteil in sehr gleichmässiger Verteilung vorhanden.

Fig. 10.
Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn. f. obtectum Arn.
Nat. Grösse.

Die eine der Formen Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn. f. obtectum Arn. überzieht das Gestein mit einer ganz dünnen rötlichbraunen Kruste, mit überaus charakteristischen, gleichmässig abgetönten zarten und doch sehr in die Augen fallenden dunklen Flecken. Ein von dieser Flechte besiedelter Kalkstein macht den Eindruck, als sei er mit Wassertropfen besprengt worden, welchem der Führer, der bei der Einsammlung zugegen war, durch die treffende Bemerkung Ausdruck verlieh: „es sieht aus, als ob es anfängt zu regnen." Ich habe versucht, durch die Figur 10 das Habitusbild wiederzugeben, so gut es mir möglich war.

Nach dem Lösen des Gesteins hinterbleibt ein stattlicher Thallus, die schwärzlichen Flecke erscheinen jetzt als deutliche schwarze Punkte — die Perithecienmündungen, — umgeben von mehr oder weniger grossen bräunlichen Höfen. Dieselben bestehen

---

[1] Fünfstück, l. c. p. 201.
[2] Bachmann, l. c. p. 18.

aus Hyphen eines fremden Pilzes mit rosenkranzartig zusammenhängenden, kugeligen, teilweise auch langgestreckten hellbraunen Zellen, stetig dichter gelagert, je mehr sie sich den Perithecienmündungen nähern, aber nicht ins Innere derselben eindringend. Auch in der Rindenschicht breiten sich diese braunen Hyphen aus, bilden oft dichte Knäuel und senden auch vereinzelt senkrecht abwärts lange Hyphenzweige bis in die Gonidienzone hinab. Höchst wahrscheinlich treten sie indes nicht in Kontakt mit den Gonidien, denn ich konnte trotz sorgfältigster Abmusterung eines reichen Untersuchungsmaterials niemals einen solchen feststellen. Es dürfte sich vielmehr hier um eine analoge Erscheinung handeln, wie wir sie an der Stammform auf Kalkstein von Anhausen bereits kennen lernten. Allem Anschein nach werden in den Perithecien Stoffe produziert und nach aussen abgeschieden, welche für den Pilz ein weit besseres Nährmaterial bilden als sie der übrige Flechtenthallus bezw. seine Zersetzungsprodukte auf der Thallusoberfläche bieten. Für diese Annahme spricht die Tatsache, dass die Entwicklung des fremden Mycels an Mächtigkeit stetig abnimmt, je weiter es sich von den Perithecien entfernt.

Die Gonidienzone ist ca. 300—400 μ stark. Die Gonidien sind gelbgrün, treten in dichten kugeligen Komplexen auf, von welchen sich nach unten zu schnurförmige Reihen abzweigen. Die Gonidien sind von Hyphen dicht umsponnen, welche sich zu einem wirren Geflecht differenzieren.

Der basale Teil des Thallus besteht aus sehr langen, einfachen, dünnen verflochtenen Hyphen, an welchen ich keine Querwände auffinden konnte. Zwischen diesen zarten Mycelfäden verlaufen dickere Hyphen mit Fetttröpfchen.

In Übereinstimmung mit Fünfstück,[1] welcher dieselbe Form auf einem an Karbonaten reicheren Substrat untersuchte, fand ich in einer Tiefe von etwa 7 mm spärliche Sphäroidzellen, meist schon entleert, sowie dicht verschlungene Hyphen mit zahllosen Öltröpfchen.

Die dritte Amphoridium-Form, Amphoridium dolomiticum Mass. f. obtectum Arn. kennzeichnet sich makroskopisch nur durch einen weisslichen Überzug auf dem Gestein, mit eingesenkten

---

[1] Fünfstück, Fettabscheidung der Kalkflechten, p. 200.

schwärzlichen Punkten, der Perithecien. Wie Figur 11 deutlich erkennen lässt, zeigen die Perithecien eine auffallend regelmässige Anordnung in geraden Linien und regelmässigen Kurven. Ohne Zweifel handelt es sich hier um dieselben sekundären Sprossungen ascogener Hyphen, welche zuerst Krabbe[1] an Pertusaria communis beobachtet hat und deren häufiges Vorkommen jüngst von Fünfstück[2] konstatiert worden ist.

Nach dem Lösen des Gesteins erhält man einen ziemlich dünnen Thallus, der auf der Oberseite einen schwärzlichen Schleier zeigt.

Die Rindenschicht des Thallus besteht aus braunen, dicht verschlungenen Hyphen, zwischen denen auch hier Knäuel kurzgliederiger, hellbrauner Hyphen eines fremden Pilzes auftreten. Die Gonidien sind gelbgrün. Sie bilden eine Schicht von sehr wechselnder Stärke und mannigfaltiger Ausgestaltung. Bald treten sie zu hin- und hergebogenen Bändern bald zu dicht aneinander liegenden Gruppen zusammen, stets von den Hyphen des Flechtenpilzes dicht umsponnen. Wegen des überaus wechselnden Aufbaus der Gonidienregion ist es schwer, ein Durchschnittsmass für deren Mächtigkeit zu ermitteln. Ich beschränke mich deshalb auf die Angabe, dass die Gonidienschicht eine erheblich geringere Mächtigkeit besitzt, als bei den beiden oben besprochenen Amphoridium-Formen.

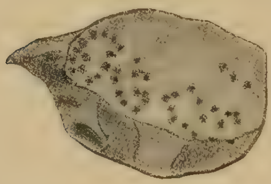

Fig. 11.
Amphoridium dolomiticum Mass. f. obtectum Arn.
Die Anordnung der Perithecien in bestimmten Linien und Kurven tritt deutlich hervor.
Nat. Grösse.

Der Rhizinenteil des Thallus besteht aus dicht verschlungenen Hyphen, dazwischen treten dickere, ölführende Hyphen, jedoch keine Sphäroidzellen auf. Wie tief einzelne Stränge der Rhizoidhyphen in das Gestein eindringen, geht daraus hervor, dass ich noch in einem Tiefe von 10—12 mm zarte, dicht verschlungene Hyphen fand mit winzigen Öltröpfchen. Jedenfalls dringt die Flechte noch tiefer in das Substrat ein, jedoch konnte ich dies nicht weiter verfolgen, weil

[1] G. Krabbe, Entwicklung, Sprossung und Teilung einiger Flechtenapothecien; Botan. Ztg. 1882.

[2] M. Fünfstück, Der gegenwärtige Stand der Flechtenforschung etc.; Bericht d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XX, Generalversammlungs-Heft I (p. 67).

das mir zur Verfügung stehende Material nur in bis zu 12 mm dicken Stücken eingesammelt worden war.

Wenn wir die im Vorstehenden mitgeteilten Tatsachen überblicken, so ergibt sich zur Evidenz, dass auch der Aufbau des Thallus von Amphoridium in hohem Masse von der Beschaffenheit des Substrats abhängig ist. Alle drei Formen hatten sich auf einem Substrat entwickelt, das nur zum Teil aus Karbonaten bestand, dementsprechend fiel auch die Fettproduktion aus: auch im günstigsten Fall trafen wir, wie wir gesehen haben, nur auf vereinzelte typische Ölhyphen und spärliche Sphäroidzellen von bescheidenen Dimensionen. Alle untersuchten Individuen besassen einerseits eine Gonidienschicht von geringer Mächtigkeit

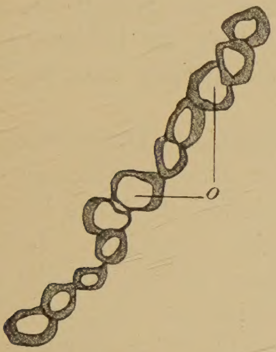

Fig. 12. **Sagedia subarticulata** Arn. Noch nicht entleerte Sphäroidzellen mit gequollener Membran aus dem inneren Teil des Thallus. o = Öl. $^{585}/_{1}$.

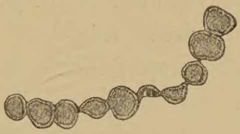

Fig. 13. **Sagedia subarticulata** Arn. Leere Sphäroidzellen aus derselben Partie des Thallus. $^{585}/_{1}$.

und waren andererseits tief in das Substrat eingedrungen, am tiefsten Amphoridium dolomiticum Mass. f. obtectum Arn. mit der dürftigsten Gonidienregion.

Genau die gleichen Beziehungen konnte ich an Verrucaria albida Arn. von demselben Standort und Substrat wie Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn. f. obtectum Arn. und A. dolomiticum Mass. f. obtectum Arn. feststellen, ebenso an Verrucaria calciseda D. C. auf karbonatarmem Kalkstein von Urach (Württemberg) und an Sagedia subarticulata Arn. auf Dolomit von Südtirol. Bei der zuletzt genannten Flechte war, entsprechend dem höheren Gehalt der Unterlage an kohlensauren Salzen, die Fettabscheidung reichlicher. 4 mm tief im Substrat fand ich neben Ölhyphen typische fetterfüllte Sphäroidzellen, daneben aber auch schon zahlreiche entleerte Sphäroidzellen von brauner Farbe. (Figur 12 und 13.)

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Sarcogyne simplex (Dav.) und S. pruinosa (Smrft.) Kbr. besitzen, entgegen der bisherigen Annahme, einen stattlichen Thallus von ausgesprochen endolithischem Charakter

Beide Arten zeichnen sich durch das Vorhandensein typischer Sphäroidzellen und Ölhyphen, überhaupt durch reiche Fettabscheidung aus, welche umso grösser ist, je grösser der Gehalt des mit den Hyphen in Berührung tretenden Substrats an kohlensauren Salzen ist. Dies letztere gilt auch für die übrigen untersuchten Krustenflechten.

In allen untersuchten Fällen ist die anatomische Differenzierung des Thallus in weitgehender Weise von der Zusammensetzung der Unterlage abhängig: je ausgeprägter die endolithische Natur hervortritt, desto dürftiger ist die Gonidienregion entwickelt. Infolge dieses empfindlichen Reaktionsvermögens kann ein und dieselbe Art auf verschiedenen Unterlagen sehr verschiedenen morphotischen Charakter erlangen, auf welche Erscheinung die Flechtensystematik viel mehr als seither Rücksicht zu nehmen haben wird.

Die bei Sporodictyon clandestinum Arn. und anderen Krustenflechten bisher als „Deckhyphen“ bezeichneten Gebilde sind keine besonderen Differenzierungen des betreffenden Flechtenthallus, sondern nichts anderes als die Hyphen eines fremden, parasitischen bezw. saprophytischen Pilzes.

Bei der fraglichen Flechte treten ferner nicht nur starke Bündel von Ölhyphen, sondern unter bestimmten Verhältnissen auch echte Sphäroidzellen auf, ebenso bei Amphoridium Hochstetteri (Fr.) Arn.

Verschiedene, sich stets gleichbleibende Erscheinungen sprechen dafür, dass in den Früchten zahlreicher Flechten Stoffe produziert und nach aussen abgeschieden werden, welche für die Mycelien fremder Pilze ein gutes Nährmaterial bilden.

Lebenslauf.

Ich, Eugen Lang, evangelischer Konfession, wurde geboren am 23. Dezember 1876 zu Ebersbach a. Fils (Württemberg) als Sohn des Apothekers Carl Lang und seiner Gemahlin Emilie geborene Kittel. Nachdem ich die Lateinschule zu Göppingen und die 6. und 7. Klasse des Reallyceums zu Nürtingen absolviert hatte, ergriff ich die pharmazeutische Laufbahn und bezog nach dreijähriger Lehr- und dreijähriger Gehilfenzeit im Wintersemester 1899—1900 die königlich technische Hochschule zu Stuttgart, woselbst ich anfangs des Sommersemesters 1901 das pharmazeutische Staatsexamen bestand. Nachdem ich im Wintersemester 1901—1902 am botanischen Intistut der königlich technischen Hochschule zu Stuttgart gearbeitet hatte, bezog ich im Sommersemester 1902 die Universität Würzburg.

Meine Lehrer waren:

In Stuttgart die Herren Professoren: Fünfstück, Hell, Koch, Häussermann, Kehrer, Schmidt, Kauffmann, Klunzinger, Mäule.

In Würzburg die Herren Professoren: Kraus, Hantzsch, Beckenkamp, Ley.